

10114 2004 00095 /  
**BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

15 JUN 2004

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 28 JUN 2004

WIPO

PCT

EPO 4/05937

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung  
einer Patentanmeldung**

**CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT**

**Aktenzeichen:** 103 26 167.2

**Anmeldetag:** 10. Juni 2003

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

**Bezeichnung:** Permanentmagneterregter Synchronmotor

**IPC:** H 02 K 21/02

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 7. Juni 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

*Wehner*

Wehner

Beschreibung

Permanentmagneterregter Synchronmotor

5 Die Erfindung betrifft einen permanentmagneterregten Synchronmotor mit Zahnspulen im Stator und mit einem Rotor.

Bei gattungsgemäßen permanentmagneterregten Synchronmotoren treten Pendelmomente auf. Eine Schrägung des Läufers oder 10 Ständers um eine Nutteilung, wie sie bei konventionellen Motoren, in EP 0 545 060 B1 beschrieben ist, kann bei Elektromotoren mit konzentrischer Wicklung, also Zahnspulen und geringer Nutzahl nicht angewendet werden, da dadurch das Drehmoment zu stark reduziert werden würde.

15

Bei Elektromotoren mit konventioneller Wicklung, d.h. Wicklungen werden in Einziehtechnik hergestellt und bei relativ hoher Nutzahl wird in der Regel um eine Nutteilung geschrägt.

20 Bei Elektromotoren mit Zahnspulen wird versucht, die Pendelmomente durch besondere Formgebung der Magnete zu reduzieren. Nachteilig dabei ist, dass eine besondere Formgebung der Magnete zu erhöhten Herstellungskosten führt.

Demnach liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen elektrischen Synchronmotor zu schaffen, dessen Rotor in einfacher Art und Weise gezielt relevante Oberwellen dämpft bzw. ausblendet, um Pendelmomente bzw. die Drehmomentwelligkeit zu reduzieren.

30

Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt durch einen permanentmagneterregten Synchronmotor mit Zahnspulen im Stator und mit einem Rotor der konstruktive Mittel aufweist, um die fünfte Oberwelle und/oder die siebte Oberwelle des Läuferfeldes zu dämpfen.

35

Dabei bilden Zahnspulen zumindest einen Teil eines Wicklungssystems des permanentmagneterregten Synchronmotors, wobei die Zahnspulen jeweils nur einen mechanischen Pol, d.h. einen Zahn umfassen.

5

Durch eine Schrägung um eine halbe Nutteilung  $0,5 \times T_n$  bzw. durch eine Schrägung um  $3/5 \times T_n$  wird eine völlige Auslöschung der fünften Oberwelle des Läuferfeldes erreicht. Dabei bezeichnet  $T_n$  eine Nutteilung.

10

Bei einer Schrägung von  $3/7 \times T_n$  wird die siebte Oberwelle des Läuferfeldes ausgelöscht.

Die Kombination dieser Schrägung von 60% einer Nutteilung  $T_n$  mit einer Polbedeckung von 85% führt sowohl zur völligen Dämpfung bzw. Auslöschung der fünften als auch der siebten Oberwelle.

Auch die Kombination der Schrägung von  $3/7 \times T_n$  mit einer Polbedeckung von ca. 80% führt sowohl zur völligen Dämpfung bzw. Auslöschung der fünften als auch der siebten Oberwelle. Ebenso führt bereits eine Polbedeckung von 80%/-/+10% zu einer ausreichenden Dämpfung der fünften Oberwelle.

Eine konstruktive Umsetzung der Schrägung muss nicht auf den Rotor oder Stator beschränkt sein; die Wirkung der Schrägung beispielsweise einer halben Nutteilung kann anteilmäßig auf Stator und Rotor aufgeteilt werden. Dabei übernimmt z.B. der Stator eine Hälfte der halben Nutteilung und der Rotor den Rest der Schrägung, um die angestrebte Schrägung zu erreichen.

Die Erfindung sowie weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden anhand eines schematisch dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Darin zeigt:

FIG 1 eine prinzipielle Darstellung einer erfindungsgemäßen Maschine,

FIG 2 ein Polradfeld einer elektrischen Maschine,

FIG 3 eine perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Rotors.

5

FIG 1 zeigt einen prinzipiellen Blechschnitt eines permanent-erregten Synchronmotors 1, mit einem Stator 2 und einem Rotor 4. Dabei entspricht die Polpaarzahl einem Drittel der Anzahl 10 der Nuten 3 des Stators 2. Die Anzahl der Zähne 8 beträgt ein Vielfaches von drei, d.h. der Strangzahl der Stators 2 und ist sinnvollerweise größer oder gleich neun. Der Stator 2 ist aus laminierten Blechen aufgebaut, die Nuten 3 aufweisen, in die die Wicklungen eingesetzt werden. Die Wicklungen sind da- 15 bei insbesondere Zahnspulen 6, d.h. eine Zahnspule 6 umfasst nur jeweils einen Zahn 8. Der Rotor 4 ist aus Permanentmagne-ten 5 aufgebaut, die auch als Plättchen, Ringe oder schalen-förmige Magneten ausgeführt sein können. Dabei werden diese Permanentmagnete 5 über den axialen Verlauf des Rotors 4 so 20 magnetisiert oder angeordnet, dass sich die gewünschte Schrä-gung einstellt.

20

Ein derartiger Rotor 4 erzeugt ein Polradfeld gemäß FIG 2 im Luftspalt, der folgenden Verlauf hat. Zwischen den Polen gibt es Pollücken.  $T_p$  ist die Polteilung und  $\alpha$  ist der Polbedeckungsfaktor, der üblicherweise im Bereich 0,8 bis 0,95 liegt. Je geringer die Polbedeckung  $\alpha$ , umso geringer das ab-gegebene Drehmoment des Synchronmotors.  $\alpha = 1$  ist aus her-stellungsbedingten Gründen nicht möglich.

30

35

Das in FIG 2 prinzipiell dargestellte Polradfeld besitzt au-ßer der Grundwelle Oberwellen. Hinsichtlich der Pendelmomente sind vor allem die Oberwellen der Ordnungszahlen fünf und sieben relevant, die es gilt zu dämpfen oder gar komplett zu eliminieren. Die Höhe dieser Oberwellen hängt wesentlich von der Polbedeckung  $\alpha$  ab.

Um die Pendelmomente zu dämpfen wird der Rotor 4 und/oder der Stator 2 geschrägt. Ein Maß für die Schräglung ist der Schräglungswinkel  $\gamma$  gemäß FIG 3. aus dem Schräglungswinkel  $\gamma$  lässt sich ein Schräglungsfaktor definieren, anhand dessen dann sich

5 die Dämpfung der einzelnen Oberwellen des Luftspaltfeldes ergibt. Die Schräglung des Stators 2 ergibt sich gegebenenfalls durch schräge Anordnung der Nuten 3 des Stators 2 relativ zur Welle 9.

10 Erfindungsgemäß wird die drehmomentbildende Grundwelle wenig gedämpft und die relevanten Oberwellen fünf und sieben eliminiert. Beide Oberwellen führen zu Pendelmomenten mit der Ordnungszahl  $6p$ , also dem  $6p$ -fachen der Drehfrequenz, wobei  $p$  die Polpaarzahl ist. Eine wirksame Lösung zur Vermeidung der 15 Pendelmomente erfolgt durch die Schräglung um eine halbe Nutteilung, also  $Tn/2$ . Dabei ergibt sich eine Dämpfung der fünften Oberwellen auf 19% und der siebten Oberwelle auf 13,6%. Zugleich wird das relevanteste Nutrastmoment doppelter Nutfrequenz gedämpft.

20 Bei einer Polbedeckung  $\alpha$  von 0,8 oder zumindest in der Nähe von 0,8 ist die fünfte Oberwelle 0. Es muss nun lediglich noch die siebte Oberwelle durch die Schräglung gedämpft werden. Dazu muss die Schräglung kleiner als die halbe Nutteilung sein, nämlich genau  $3/7 \times Tn$  gleich 0,4285Tn.

Bei einer üblichen Polbedeckung  $\alpha$  von 0,85 oder um 0,85 bis zu 0,9 ist es günstig, vor allem die fünfte Oberwelle zu dämpfen, entsprechend ist eine Schräglung um mehr als eine 30 halbe Nutteilung notwendig nämlich  $3/5 \times Tn$ . Bei dieser Schräglung wird die fünfte Oberwelle vollständig gelöscht. Die Schräglung kann sowohl im Rotor 4 als auch im Stator 2 erfolgen. Außerdem ist es möglich, die notwendige Schräglung auf den gesamten Synchronmotor zu verteilen, d.h. sowohl Rotor 4 35 als auch Stator 2 übernehmen gewisse vorgebbare Schräglungsanteile der insgesamt erforderlichen Schräglung, so dass eine Addition der Schräglungen im Luftspalt erfolgt, und somit die

gleiche Wirkung erzielt wird, wie durch die alleinige Schrä-  
gung an Rotor 4 oder Stator 2.

Patentansprüche

1. Permanentmagneterregter Synchronmotor (1) mit Zahnpulsen (6) im Stator (2) und mit einem Rotor (4) der konstruktive 5 Mittel aufweist, um die fünfte Oberwelle und/oder die siebte Oberwelle des Läuferfeldes zu dämpfen.
2. Permanentmagneterregter Synchronmotor (1), dadurch 10 gekennzeichnet, dass der Rotors (4) und/oder der Stators (2) eine Schrägung aufweisen, die bzgl. des Synchronmotors (1) zwischen einer halben Nutteilung und 60% einer Nutteilung ( $T_n$ ) liegt.
3. Permanentmagneterregter Synchronmotor (1) nach Anspruch 1 15 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Polbedeckung ( $\alpha$ ) von 85% vorhanden ist.
4. Permanentmagneterregter Synchronmotor (1) nach Anspruch 1, dadurch 20 gekennzeichnet, dass (3) der Rotors (4) und/oder der Stators (2) eine Schrägung aufweisen, die bzgl. des Synchronmotors (1) zwischen einer halben Nutteilung und 0,4285-fachen einer Nutteilung ( $T_n$ ) liegt.
5. Permanentmagneterregter Synchronmotor (1) nach Anspruch 1 oder 4, dadurch 25 gekennzeichnet, dass eine Polbedeckung ( $\alpha$ ) von 80% vorhanden ist.

Zusammenfassung

Permanentmagneterregter Synchronmotor

5 Um die Drehmomentenwelligkeit bei permanentmagneterregten Synchronmotoren (1) mit Zahnspulen (6) zu reduzieren, werden konstruktive Mittel vorgeschlagen, um die hauptsächlichen Verursacher der Drehmomentenwelligkeit die fünfte und/oder die siebte Oberwelle des Läuferfeldes zu dämpfen bzw. auszulöschen.

10

FIG 1

FIG 1

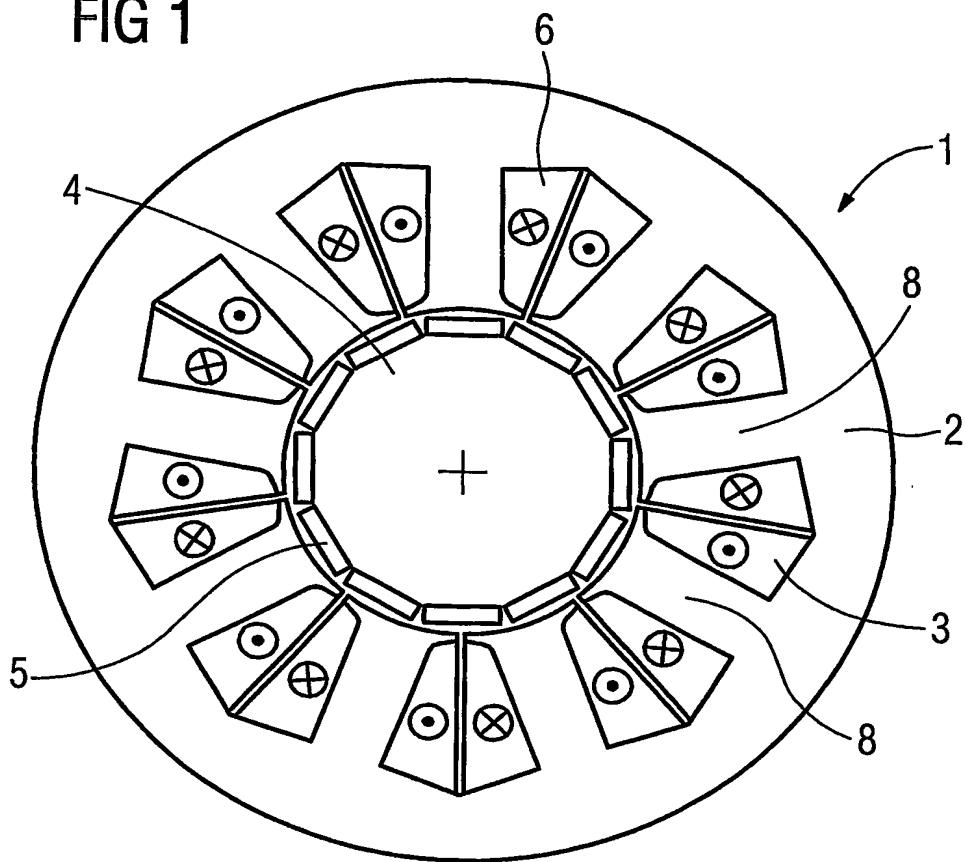
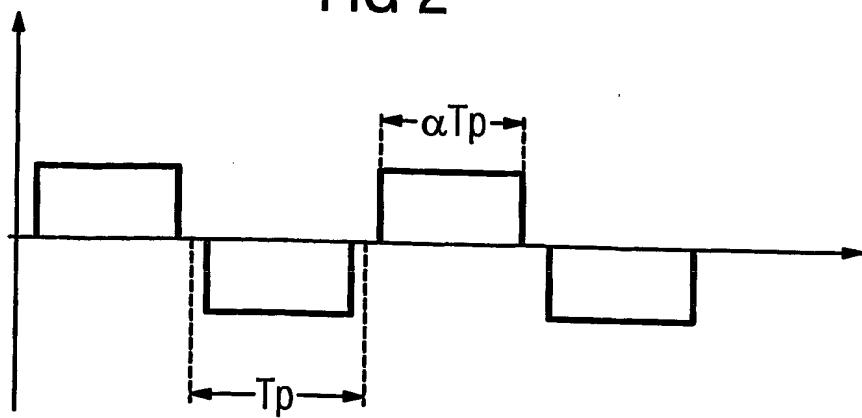


FIG 2



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.  
As rescanning these documents will not correct the image  
problems checked, please do not report these problems to  
the IFW Image Problem Mailbox.**